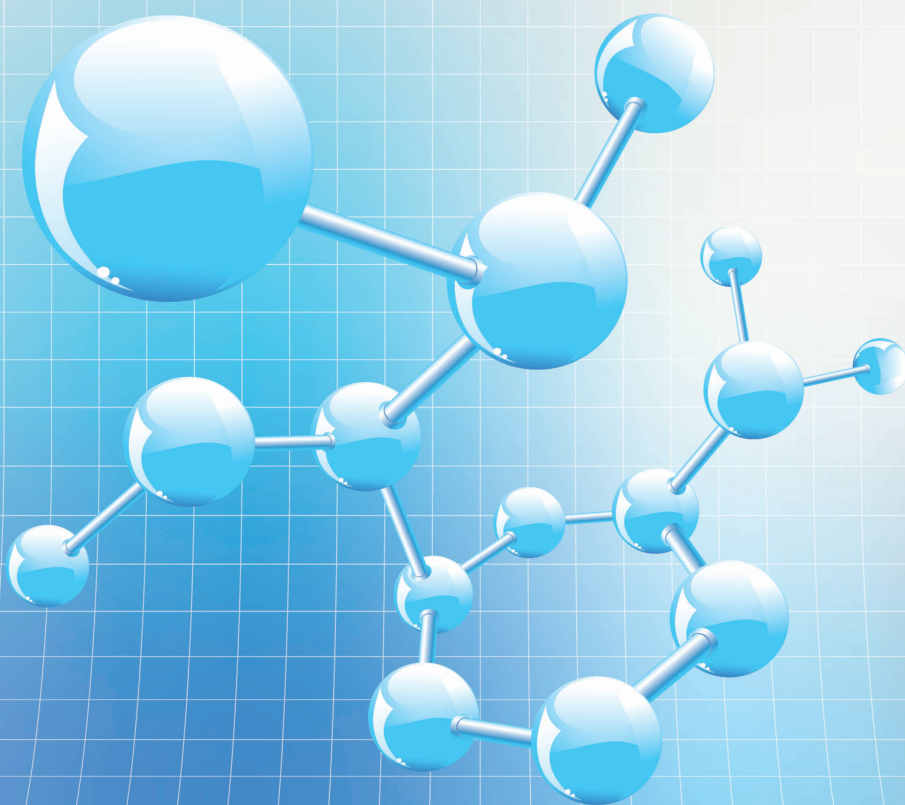




# Tạp chí NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ  
SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

P. ISSN 1859-4190  
E. ISSN 2815-553X



Số 2 (94)  
2026

**P. ISSN 1859-4190**  
**E. ISSN 2815-553X**

■ **Tổng Biên tập**

TS. Đỗ Văn Đĩnh

■ **Phó Tổng biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyên

■ **Thư ký Tòa soạn**

PGS.TS. Ngô Hữu Mạnh

■ **Hội đồng Biên tập**

**TS. Nguyễn Thị Kim Nguyên - Chủ tịch Hội đồng**

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Văn Liễn

GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Nguyễn Đức Toàn

PGS.TS. Lê Thu Quý

GS.TS. Lê Anh Tuấn

GS.TS. Đinh Văn Sơn

PGS.TS. Trương Thị Thủy

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

PGS.TS. Ngô Sỹ Lương

PGS.TS. Khuất Văn Ninh

GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải

PGS.TS. Đoàn Ngọc Hải

PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hà

GS.TS. Yu Ming Zhang

GS.TS. Nguyễn Văn Anh

■ **Ban Biên tập**

TS. Vũ Văn Đông - Trưởng ban

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Phó Trưởng ban

■ **Editor-in-Chief**

Dr. Do Van Dinh

■ **Vice Editor-in-Chief**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

■ **Office Secretary**

Assoc.Prof.Dr. Ngo Huu Manh

■ **Editorial Board**

**Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen - Chairman**

Prof.Dr. Pham Thi Ngoc Yen

Assoc.Prof.Dr.Sc. Tran Hoai Linh

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Van Lien

Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan

Prof.Dr.Sc. Bành Tiến Long

Prof.Dr. Nguyen Duc Toan

Assoc.Prof.Dr. Le Thu Quy

Prof.Dr. Le Anh Tuan

Prof.Dr. Dinh Van Son

Assoc.Prof.Dr. Trương Thị Thủy

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Thi Bat

Prof.Dr. Do Quang Khang

Assoc.Prof.Dr. Ngo Sy Luong

Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh

Prof.Dr.Sc. Pham Hoang Hai

Assoc.Prof.Dr. Doan Ngoc Hai

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Ngoc Ha

Prof.Dr. Yu Ming Zhang

Prof.Dr. Nguyen Van Anh

■ **Editorial**

Dr. Vu Van Dong - Head

MSc. Doan Thi Thu Hang - Deputy Head

**Địa chỉ Tòa soạn:**

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, P. Chu Văn An, TP. Hải Phòng.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/> Email: [tapchikhcn@saodo.edu.vn](mailto:tapchikhcn@saodo.edu.vn).

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.

In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

**LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA**

- |                                                                                                                          |    |                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|
| Cải thiện tính chính xác trong việc phát hiện bệnh trên lá cây cà chua bằng mô hình YOLOv11 kết hợp với hàm mất mát WIoU | 5  | Nguyễn Hoàng Tuyên<br>Bùi Đăng Thành<br>Ngô Phương Thủy<br>Lê Thành Trung |
| Hệ thống giám sát và dự đoán tình trạng cây trồng dựa trên trí tuệ nhân tạo, sử dụng mạng cảm biến và điện toán biên     | 12 | Phạm Văn Nam<br>Mai Thế Thắng<br>Đoàn Đức Thắng<br>Đỗ Văn Đình            |
| Tăng trưởng màng Aluminum Oxide trong thiết bị bán dẫn tiên tiến bằng kỹ thuật lắng đọng lớp nguyên tử                   | 18 | Trần Minh Hải<br>Đào Thị Mỹ Linh<br>Trần Thế Quang<br>Nguyễn Phương Ty    |
| Sử dụng mô hình học sâu cho hệ thống báo cháy tự động                                                                    | 23 | Phạm Như Phẩm<br>Nguyễn Minh Nhựt<br>Phạm Anh Tiến<br>Lý Quang Minh       |
| Phân tích tương tác từ trường - cơ học trong động cơ nam châm vĩnh cửu                                                   | 31 | Nguyễn Thị Hồng Nhung                                                     |

**LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC**

- |                                                                                                          |    |                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------|
| Nghiên cứu ảnh hưởng của thông số chế độ cắt tới độ nhám bề mặt chi tiết khi tiện CNC thép SUS440C       | 37 | Mạc Văn Giang                                                    |
| Nghiên cứu thực nghiệm lực cắt và dao động trong phay tinh thép SKD11 bằng mảnh cắt hình bình hành       | 44 | Nguyễn Thị Liễu                                                  |
| Nghiên cứu mô phỏng quá trình nhiệt trên pin lithium ion                                                 | 50 | Đỗ Tiến Quyết<br>Phùng Đức Hải Anh<br>Phạm Thị Hoan              |
| Khảo sát các yếu tố chính ảnh hưởng đến chiều dày vật liệu trong công nghệ tạo hình tấm biến dạng cục bộ | 56 | Trần Hải Đăng<br>Trần Văn Diện<br>Mai Thị Thủy<br>Nguyễn Thị Thu |
| Thực nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của tải trọng xoắn đến sức bền giới hạn kết cấu tàu                     | 61 | Vũ Văn Tản                                                       |

**NGÀNH KINH TẾ**

- Giải pháp hoàn thiện công tác quản lý và khai thác nguồn thu từ hộ kinh doanh cá thể trên địa bàn thành phố Hải Phòng 67 Hoàng Thị Bích Ngọc  
Vũ Thị Thanh Thủy  
Vũ Thị Lý
- Quản trị môi trường cấp tỉnh và sức hút đầu tư FDI xanh: Phân tích so sánh các nhóm địa phương tại Việt Nam 73 Ngô Thị Luyện
- Chuyển đổi số trong phát triển kinh tế số ở Việt Nam: Cơ hội và thách thức 79 Nguyễn Thị Huế
- Chuyển đổi số trong quản lý thuế đối với hộ kinh doanh tại Việt Nam: Thực trạng và tác động dưới góc nhìn quản lý nhà nước 86 Đinh Thị Kim Thiết
- Ảnh hưởng của chất lượng cung ứng dịch vụ logistics đến ý định tiếp tục sử dụng dịch vụ của khách hàng: Nghiên cứu trường hợp tại phía Tây Hải Phòng 92 Lê Thị Huyền  
Nguyễn Thị Ngọc Mai

**LIÊN NGÀNH TRIẾT HỌC - XÃ HỘI HỌC - CHÍNH TRỊ HỌC**

- Chuyển đổi số trong quản lý hoạt động kết nối phục vụ cộng đồng của sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ 99 Nguyễn Thị Nhan
- Hoạt động làm thêm của sinh viên ở Trường Đại học Sao Đỏ hiện nay 106 Nguyễn Thị Hiền
- Tôn trọng, bảo vệ và bảo đảm quyền con người, quyền công dân trong nhà nước pháp quyền xã hội chủ nghĩa ở Việt Nam hiện nay 111 Phạm Xuân Đức  
Trần Thị Hiền  
Nguyễn Chí Dũng  
Nguyễn Vinh Diện
- Đặc trưng của làng truyền thống Việt Nam 117 Phạm Xuân Đức  
Nguyễn Ngọc Hà
- Phát huy hệ giá trị văn hóa Việt Nam trong kỷ nguyên vươn mình của dân tộc 123 Đỗ Thị Thùy



**TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION**

- |                                                                                                                              |    |                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|
| Enhancing the accuracy of disease detection on tomato leaves by using the YOLOv11 model combined with the WIoU loss function | 5  | Nguyen Hoang Tuyen<br>Bui Dang Thanh<br>Ngo Phuong Thuy<br>Le Thanh Trung |
| An AI-based plant health monitoring and prediction system using sensor networks and edge computing                           | 12 | Pham Van Nam<br>Mai The Thang<br>Doan Duc Thang<br>Do Van Dinh            |
| Growth of Aluminum Oxide thin films for advanced semiconductor devices via atomic layer deposition                           | 18 | Tran Minh Hai<br>Dao Thi My Linh<br>Tran The Quang<br>Nguyen Phuong Ty    |
| Using deep learning models for automatic fire alarm systems                                                                  | 23 | Pham Nhu Pham<br>Nguyen Minh Nhut<br>Pham Anh Tien<br>Ly Quang Minh       |
| Magnetic - Mechanical interaction analysis in permanent magnet motors                                                        | 31 | Nguyen Thi Hong Nhung                                                     |

**TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING**

- |                                                                                                                                    |    |                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------|
| Study the influence of cutting parameters on surface roughness in CNC turning of SUS440C steel                                     | 37 | Mac Van Giang                                                    |
| Experimental investigation of cutting forces and vibrations during finish milling of SKD11 steel with parallelogram-shaped inserts | 44 | Thi Lieu Nguyen                                                  |
| Simulation research on thermal processes in lithium-ion batteries                                                                  | 50 | Do Tien Quyet<br>Phung Duc Hai Anh<br>Pham Thi Hoan              |
| Inspection of key factors affecting the thickness of materials in incremental sheet forming technology                             | 56 | Tran Hai Dang<br>Tran Van Dien<br>Mai Thi Thuy<br>Nguyen Thi Thu |
| Experimental study on the effect of torsional loads on the ultimate strength of ship structures                                    | 61 | Vu Van Tan                                                       |

**TITLE FOR ECONOMICS**

- Solutions for improving the management and revenue mobilization from individual business households in Hai Phong City 67 Hoang Thi Bich Ngoc  
Vu Thi Thanh Thuy  
Vu Thi Ly
- Provincial environmental governance and the attraction of green FDI: A comparative analysis of local government groups in Vietnam 73 Ngo Thi Luyen
- Digital transformation in the development of the digital economy in Vietnam: Opportunities and challenges 79 Nguyen Thi Hue
- Digital transformation in tax management for household businesses in Viet Nam: current situation and impact from a state management perspective 86 Dinh Thi Kim Thiet
- The Impact of logistics service quality on customers' continuance intention: A case study in the west of Hai Phong City 92 Le Thi Huyen  
Nguyen Thi Ngoc Mai

**TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE**

- Digital transformation in managing students' community engagement activities at Sao Do University 99 Nguyen Thi Nhan
- Current part-time activities of students at Sao Do University 106 Nguyen Thi Hien
- Respecting, protecting and guaranteeing human rights and civil rights in the current socialist rule of law state in Vietnam today 111 Pham Xuan Duc  
Tran Thi Hien  
Nguyen Chi Dung  
Nguyen Vinh Dien
- The Traditional Vietnamese Village 117 Pham Xuan Duc  
Nguyen Ngoc Ha
- Promoting a system of Vietnamese cultural values in the era of national progress 123 Do Thu Thuy

# Experimental investigation of cutting forces and vibrations during finish milling of SKD11 steel with parallelogram-shaped inserts

Nghiên cứu thực nghiệm lực cắt và dao động trong phay tinh thép SKD11 bằng mảnh cắt hình bình hành

Thi Lieu Nguyen

Corresponding author: [utlieu84@gmail.com](mailto:utlieu84@gmail.com)

Sao Do University

Received date: 27/12/2025

Accepted date: 15/3/2026

Published date: 01/6/2026

## Abstract

This study presents an experimental investigation of cutting forces and vibrations during finish milling of SKD11 steel using an indexable milling cutter with parallelogram-shaped inserts. A theoretical framework describing geometric modeling, cutting force generation, and machining vibrations is briefly introduced to support the analysis of the machining process. Controlled experiments were conducted to examine the effects of cutting speed, feed per tooth, axial depth of cut, and radial depth of cut on cutting force and vibration amplitudes. The results indicate that cutting parameters influence cutting forces and vibrations to different extents. The axial depth of cut is identified as the dominant factor affecting cutting force amplitude, whereas cutting speed has the most significant impact on vibration amplitude. Quadratic regression models were developed to describe the relationships between cutting parameters and the response variables, and the models were successfully validated using experimental data. Directional analysis reveals that the cutting force amplitude is highest in the X-direction, while the vibration amplitude reaches its maximum in the Y-direction. Although variations in cutting force amplitude lead to corresponding changes in vibration amplitude, their variation trends are not identical due to the complex dynamic behavior of the machine-tool system.

**Keywords:** *Finish milling; cutting forces; machining vibrations; SKD11 steel; parallelogram-shaped inserts; milling dynamics.*

## Tóm tắt

Bài báo trình bày nghiên cứu thực nghiệm lực cắt và dao động trong quá trình phay tinh thép SKD11 bằng dao phay gắn mảnh cắt hình bình hành. Thực nghiệm được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của vận tốc cắt, lượng tiến dao vòng, chiều sâu cắt dọc trục và chiều sâu cắt hướng kính đến biên độ lực cắt và dao động. Kết quả cho thấy các thông số chế độ cắt có mức độ ảnh hưởng khác nhau, trong đó chiều sâu cắt dọc trục ảnh hưởng lớn nhất đến biên độ lực cắt, trong khi vận tốc cắt ảnh hưởng nhiều nhất đến biên độ dao động. Biên độ lực cắt và dao động được mô hình hóa bằng các hàm hồi quy bậc hai và được kiểm chứng bằng thực nghiệm. Phân tích theo các phương cho thấy biên độ lực cắt lớn nhất theo phương X, còn biên độ dao động lớn nhất theo phương Y. Mặc dù tồn tại mối quan hệ giữa biên độ lực cắt và dao động, xu hướng biến thiên của chúng không hoàn toàn giống nhau.

**Từ khóa:** *Phay tinh; lực cắt; dao động; thép SKD11; mảnh cắt hình bình hành; động lực học quá trình phay.*

## 1. THEORETICAL FOUNDATIONS

### 1.1. Geometric model of the machining process

The milling process employing a cutter equipped with parallelogram-shaped inserts is illustrated in Fig.1. During machining, the interaction between the cutting

edges and the workpiece leads to chip formation, as depicted in Fig. 2. As a result, cutting forces and vibrations are generated along three orthogonal directions: the feed direction (X-direction), the direction perpendicular to the feed direction (Y-direction), and the axial direction (Z-direction).

Reviewers: 1. Dr. Vu Van Tan

2. Assoc.Prof.Dr. Ngo Huu Manh

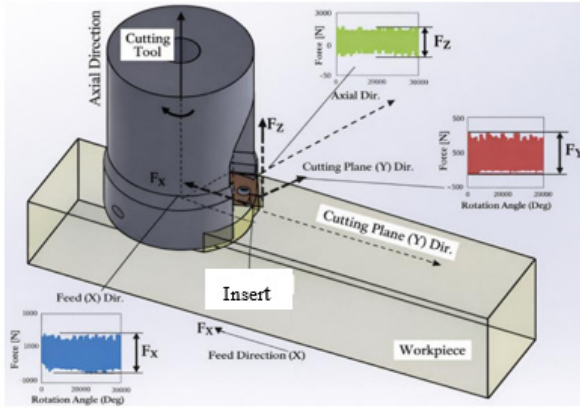


Figure 1. Milling process model [1]

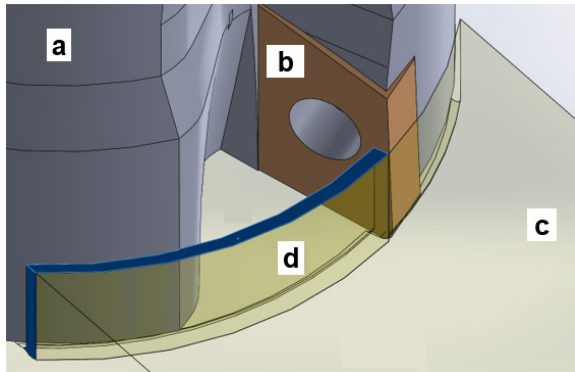


Figure 2. Chip formation model

a. Tool; b. Insert; c. Workpiece; d. Chip

## 1.2. Cutting forces in finish machining

Through coordinate transformation, the cutting force components in the X-, Y- and Z-directions of the global coordinate system are determined according to Eq.(1) [1].

$$\begin{pmatrix} dF_{xjk} \\ dF_{yjk} \\ dF_{zjk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\cos\theta_{jk} & -\sin\varphi_{jk}\sin\theta_{jk} & -\cos\varphi_{jk}\sin\theta_{jk} \\ \sin\theta_{jk} & -\sin\varphi_{jk}\sin\theta_{jk} & -\cos\varphi_{jk}\sin\theta_{jk} \\ 0 & \cos\varphi_{jk} & -\sin\varphi_{jk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dF_{tjk} \\ dF_{rjk} \\ dF_{ajk} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Where:

$\varphi_{jk}$  is the angle between the differential cutting edge and the XY plane, and is determined according to Eq.(2) [1].

$$\varphi_{jk} = \arctan\left(\frac{Z_{jk} + Z_{jk+1}}{R_{jk} + R_{jk+1}}\right) \quad (2)$$

By integrating along the axial depth of cut and summing over all cutting inserts, the resultant cutting forces acting on the cutter for a given angular position can be expressed as follows [2]:

$$\begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^{N_f} \sum_{k=1}^{N_z} dF_{xjk} \\ \sum_{j=1}^{N_f} \sum_{k=1}^{N_z} dF_{yjk} \\ \sum_{j=1}^{N_f} \sum_{k=1}^{N_z} dF_{zjk} \end{pmatrix} \quad (3)$$

In matrix form, the cutting forces are determined according to Eq.(4) [2].

$$\begin{pmatrix} F_x \\ F_y \end{pmatrix} = \frac{1}{2} a_p K_{tc} \begin{pmatrix} a_{xx} & a_{xy} \\ a_{yx} & a_{yy} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta_x \\ \Delta_y \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} F_x \\ F_y \end{pmatrix} = \frac{1}{2} a_p K_{tc} \begin{pmatrix} a_{xx} & a_{xy} \\ a_{yx} & a_{yy} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta_x \\ \Delta_y \end{pmatrix}$$

It can be observed that the cutting forces in the milling process depend on the following factors:

$a_p$ : Axial depth of cut.

$K_{tc}$ : Tangential cutting force coefficient.

$$K_r = \frac{K_{rc}}{K_{tc}}$$

Where:

$K_r$ : Cutting force coefficient;

$K_{rc}$ : Normal cutting force coefficient;

$\theta_{jk}$ : Instantaneous cutting angle of the cutter relative to the vertical direction;

$N_z, N_f, N_r$ : Are the coefficients.

## 1.3. Vibrations in machining processes

During CNC milling operations, cutting forces and vibrations are governed by the same set of governing equations, as expressed in Equation (5) [1, 2].

$$\begin{cases} dF_{t,j}(\theta_j, Z) = K_{te} dz + K_{tc} h_j(\theta_j(Z)) dz \\ dF_{r,j}(\theta_j, Z) = K_{re} dz + K_{rc} h_j(\theta_j(Z)) dz \\ dF_{a,j}(\theta_j, Z) = K_{ae} dz + K_{ac} h_j(\theta_j(Z)) dz \end{cases} \quad (5)$$

Where  $h_j(\theta_j(Z))$  is the chip thickness

The cutting forces in milling are modeled and calculated using Equation. When the chip thickness is assumed to be static, the resulting force corresponds to the static cutting force. Conversely, when dynamic chip thickness is considered, the resulting force represents the dynamic cutting force. In this study, the chip thickness  $h_j(\theta_j(Z))$  is defined as the dynamic chip thickness, which comprises the static chip thickness, the additional chip thickness induced by tool runout, and the component arising from the dynamic structural behavior of the machine tool. Accordingly, the dynamic chip thickness is calculated using Equation (6) [1, 2].

$$h_j(\theta_j(Z)) = h_s(\theta_j(Z)) + h_{run-out}(\theta_j(Z)) + h_d(\theta_j(Z)) \quad (6)$$

The milling process is inherently dynamic. Consequently, vibrations of the machine tool in the X- and Y-directions, induced by its dynamic structural behavior, are calculated using Eq.(7).



$$\begin{cases} m_x \ddot{x}(t) + c_x \dot{x}(t) + k_x x = F_x(t) \\ m_y \ddot{y}(t) + c_y \dot{y}(t) + k_y y = F_y(t) \\ m_z \ddot{z}(t) + c_z \dot{z}(t) + k_z z = F_z(t) \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} m_x \ddot{x}(t) + c_x \dot{x}(t) + k_x x = F_x(t) \\ m_y \ddot{y}(t) + c_y \dot{y}(t) + k_y y = F_y(t) \\ m_z \ddot{z}(t) + c_z \dot{z}(t) + k_z z = F_z(t) \end{cases}$$

Vibrations in the milling process depend on numerous factors, including:

$f(t)$  is the feed rate.

$\theta$  is the instantaneous cutting angle of the cutting tool relative to the vertical direction.

Where:  $K_{tc}$ ,  $K_{rc}$ ,  $K_{ac}$  are the cutting force coefficients in the tangential, normal, and axial directions with respect to the chip.

Where:  $K_{te}$ ,  $K_{re}$ ,  $K_{ae}$  are the cutting force coefficients in the tangential, normal, and axial directions with respect to the workpiece.

Where:  $F_t$ ,  $F_n$ ,  $F_a$  are the cutting forces in the tangential, normal, and axial directions with respect to the workpiece.

Where:  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$  are the cutting forces in the X-, Y- and Z-directions.

Where:  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  are the stiffnesses along the X-, Y- and Z-axes, respectively.

Where:  $C_x$ ,  $C_y$ ,  $C_z$  are the damping coefficients along the X-, Y-, and Z-axes, respectively.

Where:  $W_x$ ,  $W_y$ ,  $W_z$  are the natural frequencies along the X-, Y-, and Z-axes, respectively.

## 2. EXPERIMENTAL STUDY

### 2.1. Experimental Model

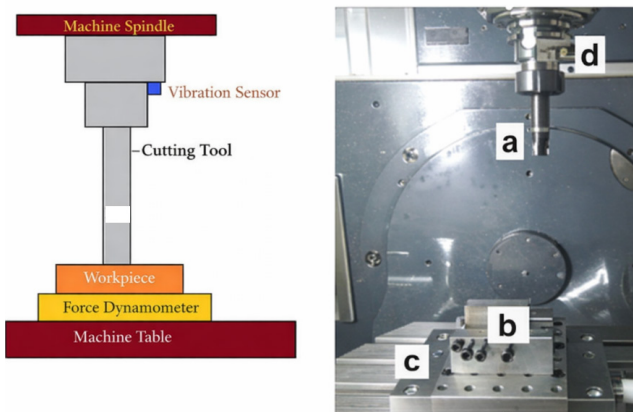


Figure 3. Experimental setup

a. Tool; b. Workpiece; c. Force sensor;  
d. Vibration sensor

The experimental setup, designed in accordance with the research objectives and input-output parameters, is illustrated in Fig.3. The experiments were conducted on a CNC milling machine. Cutting forces and vibrations were selected as output responses and measured using a three-component force sensor (X, Y, Z) mounted on the machine table to capture the forces acting on the workpiece during the cutting process.

### 2.2. Cutting force dynamometer

A Kistler Type 9139AA three-component dynamometer (Kistler, Switzerland) was employed to measure the cutting force components  $F_x$ ,  $F_y$ , and  $F_z$ , with a measurement range of  $\pm 3$  kN. The acquired force signals were collected and processed using a 3160-B-042 data acquisition system connected to a computer running DynoWare software. A schematic of the cutting force measurement system is presented in Fig. 4.

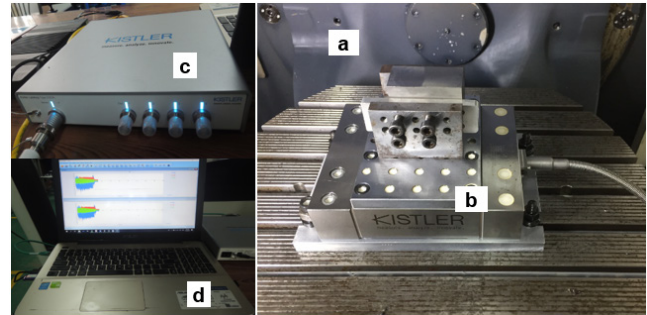


Figure 4. Cutting force dynamometer

a. CNC milling machine; b. Three-component force sensor; c. Data acquisition and processing system; d. Computer and data processing software

### 2.3. Vibration measurement system

Data acquisition was performed using a LAN-XI module (Brüel & Kjær, Denmark) featuring four input channels and two output channels, with a sampling frequency of 51.2 kHz. Signal analysis was carried out using the PULSE FFT 770 module (1-3 channels) and PULSE FFT Analysis software, also provided by Brüel & Kjær.

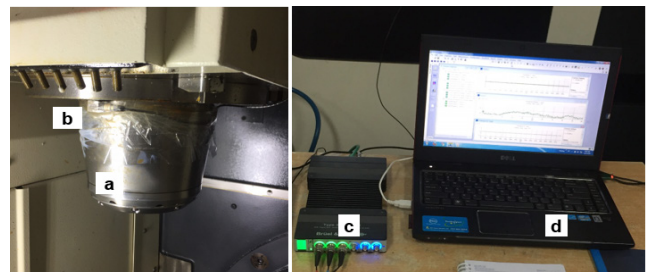


Figure 5. Vibration measurement equipment from Brüel & Kjær, Denmark

a. Spindle; b. 3-axis vibration sensor; c. Data acquisition and processing unit; d. Computer with analysis software



## 2.4. Experimental Design Matrix

Table 1. *Taguchi orthogonal array*  $L_{27} (3^4)$

| TT  | X1  | X2  | X3  | X4  | Vc<br>[mm/min] | ft<br>[mm/rev] | a<br>[mm] | b<br>[mm] |
|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|----------------|-----------|-----------|
| 1   | -1  | -1  | -1  | -1  | 80             | 0.05           | 0.1       | 4         |
| 2   | -1  | -1  | 0   | 0   | 80             | 0.10           | 0.1       | 8         |
| ... | ... | ... | ... | ... | ...            | ...            | ...       | ...       |
| 8   | -1  | 1   | 0   | 0   | 80             | 0.10           | 0.5       | 8         |
| 9   | -1  | 1   | 1   | 1   | 80             | 0.15           | 0.5       | 12        |
| 10  | 0   | -1  | -1  | 1   | 140            | 0.05           | 0.1       | 12        |
| 11  | 0   | -1  | 0   | -1  | 140            | 0.10           | 0.1       | 4         |
| ... | ... | ... | ... | ... | ...            | ...            | ...       | ...       |
| 17  | 0   | 1   | 0   | 1   | 140            | 0.10           | 0.5       | 12        |
| 18  | 0   | 1   | 1   | -1  | 140            | 0.15           | 0.5       | 4         |
| 19  | 1   | -1  | -1  | -1  | 200            | 0.05           | 0.1       | 4         |
| 20  | 1   | -1  | 0   | 0   | 200            | 0.10           | 0.1       | 8         |
| ... | ... | ... | ... | ... | ...            | ...            | ...       | ...       |
| 26  | 1   | 1   | 0   | 0   | 200            | 0.10           | 0.5       | 8         |
| 27  | 1   | 1   | 1   | 1   | 200            | 0.15           | 0.5       | 12        |

Table 2. *Summary table of experimental results*

| TT  | Vc<br>[mm/min] | ft<br>[mm/rev] | a<br>[mm] | b<br>[mm] | AF <sub>x</sub><br>[N] | AF <sub>y</sub><br>[N] | AF <sub>z</sub><br>[N] | A <sub>x</sub><br>[μm] | A <sub>y</sub><br>[μm] | A <sub>z</sub><br>[μm] |
|-----|----------------|----------------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1   | 80             | 0.05           | 0.1       | 4         | 72.8                   | 39.46                  | 68.1                   | 0.0045                 | 0.0084                 | 0.0039                 |
| 2   | 80             | 0.10           | 0.1       | 8         | 198.2                  | 54.10                  | 164.6                  | 0.0046                 | 0.0082                 | 0.0042                 |
| ... | ...            | ...            | ...       | ...       | ...                    | ...                    | ...                    | ...                    | ...                    | ...                    |
| 8   | 80             | 0.10           | 0.5       | 8         | 459.46                 | 128.48                 | 218.48                 | 0.0053                 | 0.0094                 | 0.0045                 |
| 9   | 80             | 0.15           | 0.5       | 12        | 348.16                 | 219.67                 | 178.04                 | 0.0054                 | 0.0114                 | 0.0042                 |
| 10  | 140            | 0.05           | 0.1       | 12        | 52.53                  | 40.18                  | 67.41                  | 0.0079                 | 0.0138                 | 0.0062                 |
| 11  | 140            | 0.10           | 0.1       | 4         | 80.44                  | 24.20                  | 82.99                  | 0.0081                 | 0.0122                 | 0.0063                 |
| ... | ...            | ...            | ...       | ...       | ...                    | ...                    | ...                    | ...                    | ...                    | ...                    |
| 17  | 140            | 0.10           | 0.5       | 12        | 321.32                 | 166.55                 | 179.63                 | 0.0081                 | 0.0129                 | 0.0067                 |
| 18  | 140            | 0.15           | 0.5       | 4         | 451.87                 | 88.88                  | 230.84                 | 0.0081                 | 0.0135                 | 0.0069                 |
| 19  | 200            | 0.05           | 0.1       | 4         | 73.36                  | 28.11                  | 94.42                  | 0.0098                 | 0.0215                 | 0.0065                 |
| 20  | 200            | 0.10           | 0.1       | 8         | 210.6                  | 19.36                  | 170.22                 | 0.0105                 | 0.0212                 | 0.0069                 |
| ... | ...            | ...            | ...       | ...       | ...                    | ...                    | ...                    | ...                    | ...                    | ...                    |
| 26  | 200            | 0.10           | 0.5       | 8         | 744.79                 | 181.80                 | 377.61                 | 0.0095                 | 0.0201                 | 0.0077                 |
| 27  | 200            | 0.15           | 0.5       | 12        | 649.3                  | 288.49                 | 261.38                 | 0.0104                 | 0.0227                 | 0.0083                 |

## 3. EXPERIMENTAL RESULTS AND EVALUATION

### 3.1. Influence of cutting parameters on cutting forces

Intercooled Stata 8.2™ (USA) was employed to analyze the experimental results and to develop regression models for cutting force amplitudes in the X-, Y- and Z-directions. The resulting models exhibited very high coefficients of determination  $R^2 > 95\%$ , with values of 95.86%, 96.63% and 96.03% for the X-, Y- and Z-direction force amplitudes, respectively [3].

Figure 6 illustrates the effects of cutting parameters on cutting force amplitudes during finish milling with a parallelogram-insert cutter. The results indicate that, in all three directions (X-, Y- and Z-), increases in cutting depth (both axial and radial) and feed rate generally lead to higher cutting force amplitudes. However, the influence of feed rate on force amplitude is relatively small. The magnitude of the force amplitude increase varies among directions, with the most pronounced increase observed in the X-direction.

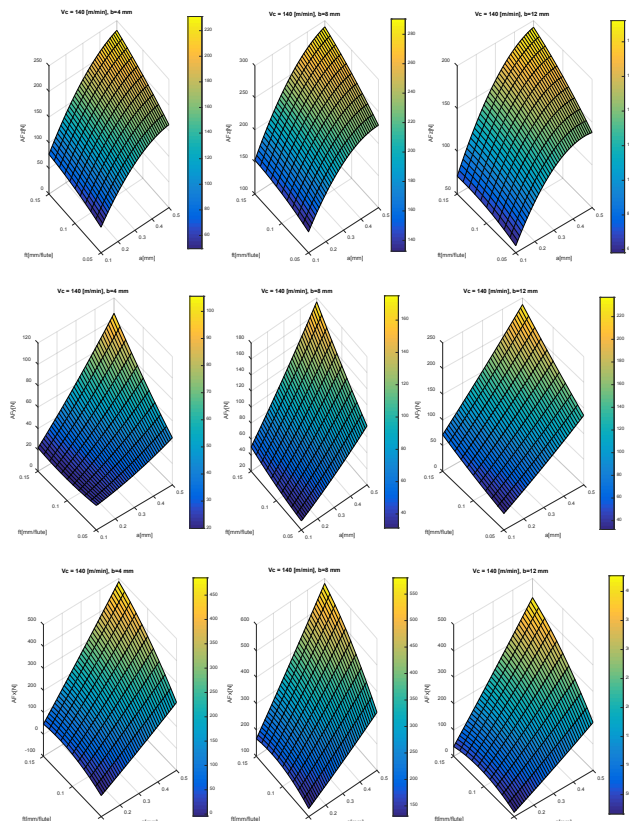


Figure 6. Effects of cutting parameters on cutting force amplitudes during finish milling with parallelogram inserts

### 3.2. Influence of cutting parameters on vibrations

Intercooled Stata 8.2™ (USA) was employed to analyze the experimental results and to develop regression models for vibration amplitudes in the X-, Y-, and Z-directions. The resulting models exhibited excellent goodness-of-fit, with coefficients of determination ( $r^2$ ) exceeding 97%, specifically 99.42%, 99.97%, and 97.21% for the X-, Y-, and Z-directions, respectively.

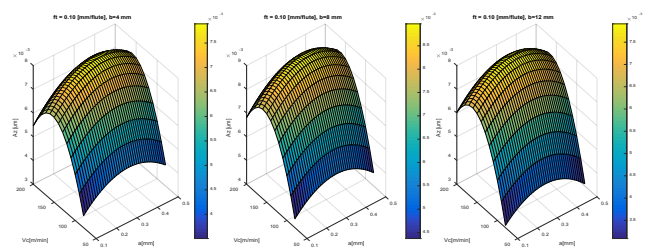
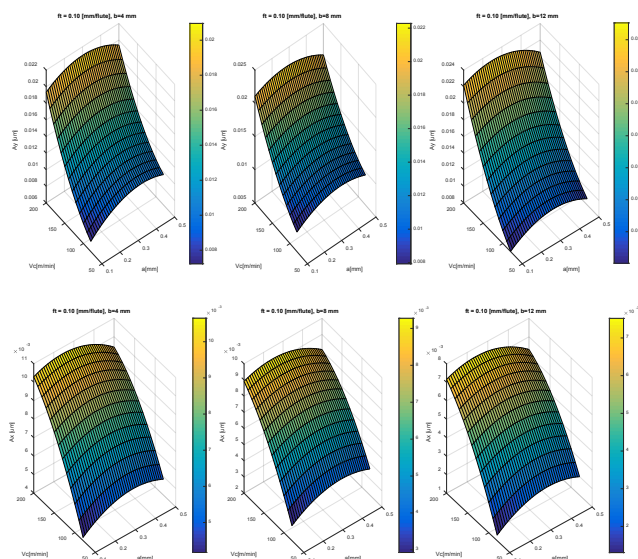


Figure 7. Effects of cutting parameters on vibration amplitudes during finish milling with parallelogram inserts

### 3.3. Relationship between cutting forces and vibrations

Figures 8÷10 illustrate the relationship between cutting force amplitudes and vibration amplitudes in the X-, Y-, and Z-directions. The results indicate that variations in cutting force amplitude induce corresponding changes in vibration amplitude in all three directions. However, the trends of these variations are not identical. This discrepancy can be attributed to the fact that vibration amplitudes are governed by multiple factors, including the frequency content of the cutting forces, the dynamic characteristics of the machine-tool system (such as natural frequencies, damping coefficients, and structural stiffness), as well as cutting conditions. Consequently, the variation trends of cutting force and vibration amplitudes do not necessarily coincide.

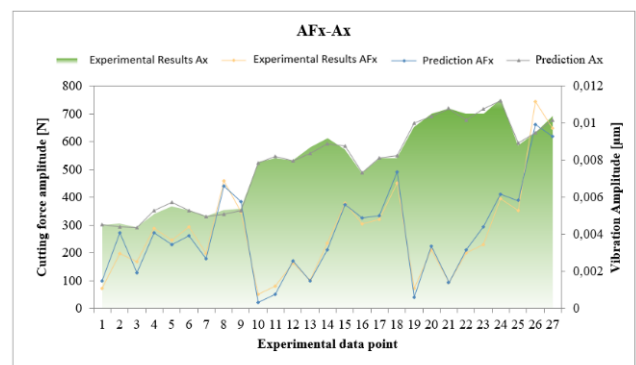


Figure 8. Relationship between cutting force amplitude and vibration amplitude in the X-direction

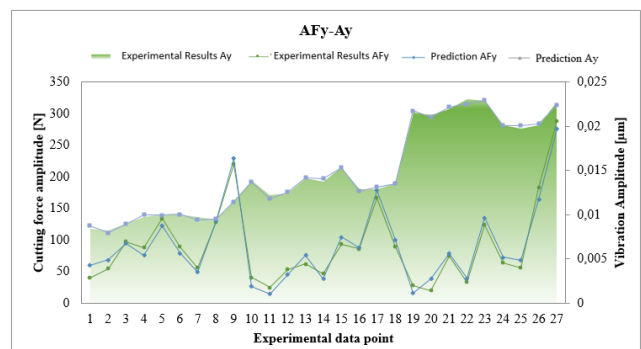


Figure 9. Relationship between cutting force amplitude and vibration amplitude in the Y-direction

#### 4. CONCLUSIONS

The main conclusions of this study can be summarized as follows:

- During finish face milling with an insert cutter, cutting parameters-including cutting speed, feed per revolution, axial depth of cut, and radial depth of cut-exert different degrees of influence on cutting force and vibration amplitudes.
- The axial depth of cut has the most significant effect on cutting force amplitude, whereas cutting speed exhibits the greatest influence on vibration amplitude.
- Cutting force and vibration amplitudes can be effectively modeled as quadratic functions of the cutting parameters, and the proposed regression models were successfully validated against experimental data.
- Cutting force amplitude is highest in the X-direction, followed by the Z- and Y-directions, whereas vibration amplitude is dominant in the Y-direction, followed by the X-direction and is smallest in the Z-direction.

- Although variations in cutting force amplitude induce corresponding changes in vibration amplitude, their variation trends are not identical.

#### REFERENCES

- [1]. Tien Dung Hoang, Nhu-Tung Nguyen\*, Duc Quy Tran, Van Thien Nguyen (2018), *Cutting Forces and Surface Roughness in Face-Milling of SKD61 Hard Steel*. HaUI, Vietnam.
- [2]. Wang M, Gao L, Zheng Y (2014), *An examination of the fundamental mechanics of cutting force coefficients*. International Journal of Machine Tools & Manufacture, 78: 1-7.
- [3]. Van Huan Tran (2019), *Study on the effects of several factors on cutting force and vibration during the milling of SKD11 steel*, Master's thesis.

#### THÔNG TIN TÁC GIẢ

**Nguyễn Thị Liễu**

Tác giả liên hệ: [utlieu84@gmail.com](mailto:utlieu84@gmail.com)

Trường Đại học Sao Đỏ.

# THỂ LỆ GỬI BÀI

## TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ (P. ISSN 1859-4190, E. ISSN 2815-553X), thường xuyên công bố kết quả, công trình nghiên cứu khoa học và công nghệ của các nhà khoa học, cán bộ, giảng viên, nghiên cứu sinh, học viên cao học, sinh viên ở trong và ngoài nước.

1. Tạp chí xuất bản 01 số/quý bằng hai ngôn ngữ tiếng Việt và tiếng Anh. Tạp chí nhận đăng các bài báo khoa học thuộc các lĩnh vực: Điện - Điện tử - Tự động hóa; Cơ khí - Động lực; Kinh tế; Triết học - Xã hội học - Chính trị học; Các lĩnh vực khác gồm: Công nghệ thông tin; Hóa học - Công nghệ thực phẩm; Ngôn ngữ học; Toán học; Vật lý; Văn hóa - Nghệ thuật - Thể dục thể thao...
2. Bài nhận đăng là những công trình nghiên cứu khoa học chưa công bố trong bất kỳ ấn phẩm khoa học nào.
3. Tòa soạn chỉ nhận bài báo gửi online trên website <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>. Bài báo gửi về tòa soạn dưới dạng file điện tử (\*.doc \*.docx và \*.pdf); cuối bài báo, tác giả ghi rõ thông tin địa chỉ liên hệ, số điện thoại, email và cập nhật thông tin trên website. Bài báo phải được trình bày đúng định dạng, rõ ràng; Trường hợp bài báo phải chỉnh sửa theo thể lệ hoặc theo yêu cầu của Phản biện thì tác giả sẽ cập nhật trên website. Người phản biện sẽ do tòa soạn mời. Tòa soạn không gửi lại bài nếu không được đăng.
4. Các công trình thuộc đề tài nghiên cứu có Cơ quan quản lý cần kèm theo giấy phép cho công bố của cơ quan (Tên đề tài, mã số, tên chủ nhiệm đề tài, cấp quản lý,...).
5. Tên bài báo trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 14, in đậm, căn giữa.
6. Tên tác giả (không ghi học hàm, học vị), font Arial, cỡ chữ 10, in đậm, căn lề phải; cơ quan công tác của các tác giả, font Arial, cỡ chữ 9, in nghiêng, căn lề phải.
7. Chữ "Tóm tắt" in đậm, font Arial, cỡ chữ 10; Nội dung tóm tắt của bài báo không quá 10 dòng, trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 10, in thường.
8. Chữ "Từ khóa" in đậm, nghiêng, font Arial, cỡ chữ 10; Có từ 03÷05 từ khóa, font Arial, cỡ chữ 10, in nghiêng, ngăn cách nhau bởi dấu chấm phẩy, cuối cùng là dấu chấm.
9. Nội dung bài báo viết bằng tiếng Việt hoặc tiếng Anh; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Việt: Tiêu đề tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Tóm tắt tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Từ khóa tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Anh: Tiêu đề tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Tóm tắt tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Từ khóa tiếng Anh trước, tiếng Việt sau.
10. Bài báo được đánh máy trên khổ giấy A4 (21 × 29,7cm) có độ dài không quá 8 trang, font Arial, cỡ chữ 10, giãn dòng At least 12pt, Before 3pt, After 3pt; căn lề trên 2.5cm, dưới 2.5cm, trái 3cm, phải 2cm; hình vẽ phải rõ ràng, đủ nét và được định dạng dưới dạng file ảnh (\*.jpg); Phương trình, công thức phải soạn thảo bằng Mathtype hoặc Equation; Phần nội dung bài báo được chia thành 02 cột, khoảng cách cột là 1cm; Trong trường hợp hình vẽ, hình ảnh có kích thước lớn, bảng biểu có độ rộng lớn hoặc công thức, phương trình dài thì cho phép trình bày dưới dạng 01 cột.
11. Tài liệu tham khảo được sắp xếp theo thứ tự tài liệu được trích dẫn trong bài báo.
  - Nếu là sách/luận án: Tên tác giả (năm), Tên sách/luận án/luận văn, Nhà xuất bản/Trường/Viện, lần xuất bản/tái bản.
  - Nếu là bài báo/báo cáo khoa học: Tên tác giả (năm), Tên bài báo/báo cáo, Tạp chí/Hội nghị/Hội thảo, Tập/Kỷ yếu, số, trang.
  - Nếu là trang web: Phải trích dẫn đầy đủ tên website và đường link, ngày cập nhật.
12. Định dạng mẫu bài báo tham khảo tại địa chỉ [http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format\\_paper](http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format_paper)  
Bài báo sau khi xuất bản sẽ được công bố trên <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>.

### THÔNG TIN LIÊN HỆ:

**Ban Biên tập Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ**

Phòng 203, Tầng 2, Nhà B1, Trường Đại học Sao Đỏ.

Địa chỉ: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, P. Chu Văn An, TP. Hải Phòng.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>

Email: [tapchikhcn@saodo.edu.vn](mailto:tapchikhcn@saodo.edu.vn)





**BỘ CÔNG THƯƠNG**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ**

**Địa chỉ:**

- **Số 1:** Số 76, đường Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng.
- **Số 2:** Số 72, đường Nguyễn Thái Học, quốc lộ 37, phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng.
- **Điện thoại:** (0220) 3882 269 **Fax:** (0220) 3882 921 **Website:** <http://saodo.edu.vn> **Email:** [info@saodo.edu.vn](mailto:info@saodo.edu.vn)

**P. ISSN 1859-4190**  
**E. ISSN 2815-553X**

**Số 2 (94)**  
**2026**



**Địa chỉ Tòa soạn:**

**Trường Đại học Sao Đỏ**

Số 76, đường Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>/Email: [tapchikhcn@saodo.edu.vn](mailto:tapchikhcn@saodo.edu.vn).

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.  
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.